

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-202069

[ST.10/C]:

[JP2002-202069]

出 願 人

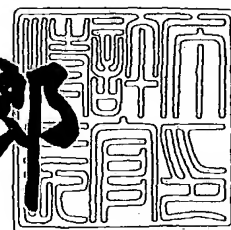
Applicant(s):

ローム株式会社

2003年 4月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3026997

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-00475

【提出日】 平成14年 7月11日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

【氏名】 尺田 幸男

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

【氏名】 松本 幸生

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

【氏名】 小黒 伸顕

【特許出願人】

【識別番号】 000116024

【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代表者】 佐藤 研一郎

【代理人】

【識別番号】 100098464

【弁理士】

【氏名又は名称】 河村 洸

【電話番号】 06-6303-1910

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042974

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910321

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、該半導体基板の上に設けられ、少なくともn形層とp形層とを有する発光層形成部を含む半導体積層部と、該半導体積層部上に設けられ、透光性および導電性を有する電流拡散用電極と、該電流拡散用電極上の一部に設けられるボンディング用電極と、前記半導体基板側に設けられる電極とを有し、前記半導体積層部および電流拡散用電極が複数の発光ユニット部と、電極パッド部と、該電極パッド部と前記発光ユニット部の間または前記発光ユニット部の2個の間を連結する連結部とに分割され、前記ボンディング用電極は該電極パッド部に設けられ、該電極パッド部の下の前記発光層形成部が非発光になるように形成されてなる半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体層が積層されて発光層を形成する発光層形成部で発光する光をできるだけ発光素子チップ（以下、LEDチップともいう）から取り出し、同じ入力に対して輝度を向上させることができる構造の半導体発光素子に関する。さらに詳しくは、発光部の側面から有効に光を取り出し、発光する光の外部への光取出し効率を向上させ得る構造の半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

たとえば $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-z}\text{Al}_z)_{0.51}$ P系化合物半導体を用いた従来の可視光半導体発光素子は、たとえば図4に示されるような構造になっている。すなわち、図4において、n形GaAsからなる半導体基板21上に、たとえばn形のInGaAlP系の半導体材料からなるn形クラッド層22、クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さくなる組成のInGaAlP系の半導体材料からなる活性層23、p形のInGaAlP系の半導体材料からなるp形クラッド層24がそれぞれエピタキシャル成長され、ダブルヘテロ構造の発光層形成部29

が形成されている。さらにその表面にAlGaAs系化合物半導体からなるp形のウィンドウ層（電流拡散層）25が設けられている。そして、その表面の中央部にGaAsからなるコンタクト層26を介してp側電極27および半導体基板の裏面にn側電極28が形成されている。

【0003】

ウィンドウ層25は、側面から光を取り出しやすくすると共に、電流を拡散してチップの全面に広げ、チップ全面の発光層形成部で発光しやすくする、という2つの機能を果たすために用いられており、光の吸収が小さく、かつキャリア濃度の大きい半導体層として形成されている。

【0004】

この種の半導体発光素子では、表面側に設けられるp側電極27に向かう光は、その電極27により遮られて表面側に光を取り出すことができない。そのため、その無駄をなくするため、図5に31で示されるように、p側電極27の下部に当る半導体層中のいずれかに、その付近の半導体層の導電形と反対の導電形の半導体層または絶縁層を介在させることにより、p側電極27の真下への電流を抑制して真下での発光を避ける構造のものも知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、積層された半導体層の表面側から光を取り出す従来の半導体発光素子では、その表面側に設けられる電極による光の遮断により、せっかく内部で発光する光を充分に取り出すことができない。この表面側の電極は、ワイヤボンディングなどによるボンディング面積が必要であり、チップ面積が200～300 μm 四方程度の大きさに対して、80～100 μm 程度は必要であり、大部分の面積が電極により遮断されて、外部への光の取り出し効率が低下するという問題がある。

【0006】

また、前述の図5に示されるように、上部電極（p側電極）の下に電流阻止層を設けて、電流が流れないようにしても、その下の活性層部分へ電流は流れ込んで発光すると共に、たとえ発光を阻止できたとしてもその周囲で発光する光を発

光しない部分の活性層が光を吸収することになり、上部電極の下で発光している部分を有効に利用することができないという問題がある。

【0007】

さらに、チップの側壁から光を取り出そうとしても、側壁は矩形状チップの周囲だけであり、発光する領域は、電流注入が阻止される領域がある場合にはその領域を除く、側壁と直角な活性層のチップ面積のほぼ全面であり、チップの中心部など内部で発光する光は半導体層での吸収などにより効率的に外部に取り出すこともできない。

【0008】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、発光層形成部で発光する光を有効に外に取り出し、入力に対する輝度を改善することができる構造の半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明による半導体発光素子は、半導体基板と、該半導体基板の上に設けられ、少なくともn形層とp形層とを有する発光層形成部を含む半導体積層部と、該半導体積層部上に設けられ、透光性および導電性を有する電流拡散用電極と、該電流拡散用電極上の一部に設けられるボンディング用電極と、前記半導体基板側に設けられる電極とを有し、前記半導体積層部および電流拡散用電極が複数の発光ユニット部と、電極パッド部と、該電極パッド部と前記発光ユニット部の間または前記発光ユニット部の2個の間を連結する連結部とに分割され、前記ボンディング用電極は該電極パッド部に設けられ、該電極パッド部の下の前記発光層形成部が非発光になるように形成されている。

【0010】

電流拡散用電極としては、たとえばAu-Geや、Au-Niなどの合金層を2～200nm程度の厚さに形成したり、ITO膜を利用することができる。また、発光層形成部を非発光にするとは、たとえば電流拡散用電極と半導体基板裏面の電極との間に絶縁層または前後の半導体の導電形と異なる導電形の半導体層などからなる電流阻止層を挿入し、電流を流れにくくすることにより非発光とする

ことができる。

【0011】

発光ユニットの大きさは、平面形状が円形であればその直径が、矩形または楕円形であれば長い一辺または長径が、半導体積層部の高さの6倍以下になるように形成されれば、中心部で発光した光でも外部に出やすいため好ましい。また、複数の発光ユニットの間隔が、半導体積層部の高さの2倍以上に形成されることにより、外に出た光が相互に干渉して打ち消し合うことなく利用することができるため、輝度を向上させることができる。

【0012】

この構造にすることにより、発光部ユニットと電極パッド部とが分離して形成されており、しかも電極パッド部は非発光となるように形成されているため、電流を無駄にすることがなく、しかも発光ユニット部で発光した光が電極パッド部などの非発光部分で吸収されることもなく、さらに、発光ユニット部が複数個に分散して設けられているため、各発光ユニット部で発光した光が横方向で相互に打ち消し合うことなく、直ちに側壁から外に出やすく、有効に利用しやすい。その結果、入力電力に対して、有効に利用し得る光の輝度を非常に大きくすることができ、発光効率を格段に向上させることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

つぎに、本発明による半導体発光素子について、図面を参照しながら説明をする。本発明による半導体発光素子は、図1(a)～(b)にその一実施形態の斜視および(a)のB-B断面の説明図が示されるように、半導体基板1の上に、少なくともn形層2とp形層4とを有する発光層形成部11を含む半導体積層部12が設けられている。半導体積層部12上には、電流阻止層7が部分的に、さらにその表面全体に透光性および電気伝導性を有する電流拡散用電極8が設けられ、その電流拡散用電極8上の一部に一对の一方の電極とするボンディング用電極9が、半導体基板の裏面に他方の電極10がそれぞれ設けられている。

【0014】

前述の半導体積層部12および電流拡散用電極8は、複数個の発光ユニット部

Aと電極パッド部Bと、電極パッド部Bと発光ユニット部Aの間または発光ユニット部Aの2個の間を連結する連結部Cとに分割され、各発光ユニット部Aの間隙部は、連結部Cを除いて半導体積層部12がエッチングにより除去され、図1(a)に示されるように、各発光ユニット部Aおよび電極パッド部Bが山状に突出し、連結部Cによりそれぞれが連結された構造になっている。前述のボンディング用電極9は電極パッド部Bに設けられ、電流阻止層7は電極パッド部Bおよび連結部Cのみに設けられ、その下の発光層形成部11への電流が阻止されて非発光になるように形成されている。

【0015】

すなわち、発光ユニット部Aのみに電流が注入されるように、発光ユニット部A以外の部分には電流阻止層7が設けられ、発光ユニット部Aも複数個に分離して設けられている。この発光ユニット部Aの表面は、光を透過しながら電流を拡散することができるように電流拡散用電極8が設けられているため、発光ユニット部Aで発光した光は、その上面側からも取り出すことができると共に、側壁からも取り出すことができる。一方、電極パッド部Bは、その表面にボンディング用電極9が設けられているため、光を透過させることができないが、電極パッド部Bには電流阻止層7が設けられているため、発光層形成部11への電流注入は行われず、発光をしない。また、連結部Cは、ボンディング用電極9に印加される電位を各発光ユニット部Aに伝達するためのもので、図1に示される例では、この連結部Cでも発光しないように電流阻止層7が設けられている。このように連結部Cも非発光部とする場合には、その表面にボンディング用電極と同じ金属電極を形成することもできるし、電流拡散用電極8のみで形成する場合には、電流阻止層7を設けなくて、この連結部Cも発光領域とすることもできる。

【0016】

発光ユニット部Aと電極パッド部Bと連結部Cとの関係は、たとえば図1(a)に示されるx、zがつぎの関係になるように形成される(図1は概念図で、大きさ関係は必ずしも正確ではなく、また、図1(b)の半導体積層部12は厚く書かれている)。すなわち、発光ユニット部Aは、その内部で発光した光を表面のみならず、側壁からも外に取り出しやすくするため、その大きさ(直径x)は

あまり大きくない方が好ましい。本発明者らが半導体積層部 1 2 の厚さ z と発光ユニット部 A の直径 x (図 2 (a) 参照) を種々変化させて鋭意検討を重ねた結果、半導体積層部 1 2 の厚さ z に対して直径 x を、 $z \geq x/6$ となるように、その大きさを設定することにより、効果的に光を取り出せることを見出した。たとえば半導体積層部 1 2 の厚さ z が $3 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度で、発光ユニット部 A の直径が $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度に形成される。

【0017】

すなわち、半導体積層部 1 2 の厚さ z が大きければ、発光ユニット部 A の平面積が大きくなっても、発光ユニット部 A で発光した光を側壁からも外に取り出しやすいが、半導体積層部 1 2 の厚さが薄いと、発光ユニット部 A の中心部で発光した光を外に取り出しにくく、前述のような厚さ z と発光ユニット部 A の直径 x との間に一定の関係があることを見出した。

【0018】

発光層ユニット部 A の平面形状は、図 1 に示されるような円形に限定されない。平面形状が円形であれば、中心部で四方に放射される光は、どの方向に進んでも側壁にほぼ直角方向になるため、入射角を小さくすることができて、外に出やすいため好ましい。しかし、実際には発光ユニット部 A の活性層 4 のあらゆる所で発光し、しかもその光は平面内のみならず、上下方向にもあらゆる方向に進むため、とくに円形に限定されないで、平面形状が長方形や正方形、楕円形など、他の種々の形状でも余り大差はない。この場合、前述の半導体積層部の厚さ z と大きさの関係は、長辺の寸法または対角線の寸法を前述の x として用いることにより、ほぼ前述と同様の関係を満たせば、効率的に光を取り出すことができた。

【0019】

さらに、発光ユニット部 A の隣接する間隔が余り狭いと、せっかく発光ユニット部 A から外に出た光が、隣の発光ユニット部 A から出た光と干渉して減殺されるため、ある間隔を設ける必要がある。本発明者らは、図 2 (b) に示されるように、この発光ユニット部 A 間の間隔 y を種々変更して調べた結果、この間隔 y も半導体積層部 1 2 の厚さ z と密接な関係があり、 $y \geq 2z$ にすることにより、効果的に光を取り出せることを見出した。

【0020】

電極パッド部Bの電流拡散用電極8表面には、ワイヤボンディング用電極9が設けられている。すなわち、従来の半導体発光素子でも、電圧供給用の電源を接続する電極が発光素子チップの上下両面に1個ずつ必要で、この電極9部分は光を透過させることができず、その下側で発光する光を有効に利用することができないという問題を有していた。しかも、チップの大きさがたとえば一辺 $330\mu\text{m}$ 程度に対して、 $80\sim100\mu\text{m}\phi$ 程度とかなりの面積を占めるため、非常に無駄が多かった。本発明では、このボンディング用電極9を形成する部分を電極パッド部Bとして、発光ユニット部Aから分離すると共に、この電極パッド部Bには完全に電流を流さないように電流阻止層7が形成されている。その結果、光を取り出しにくい部分の発光層形成部に電流を注入して発光させるという無駄をなくすると共に、発光ユニット部Aと分離されているため、周囲の発光ユニット部Aで発光した光が電極パッド部Bの活性層に入り込んで吸収されるという割合も非常に減る。

【0021】

連結部Cは、ボンディング用電極9に印加された外部電源の電圧を各発光ユニット部Aに電流拡散用電極8を介して伝達するために設けられている。図1に示される例では、この連結部Cにも電流阻止層7が設けられているため、電流が流れず、発光はしない構成になっている。しかし、この連結部Cには電流阻止層7を設けなくて、連結部Cでも発光するような構成にすることもできる。また、連結部Cを発光させない場合には、ボンディング用電極9と同じ金属電極を電流拡散用電極8の上に形成することもできる。この連結部Cは、とくに発光させない場合には、抵抗損が少なく電圧を各発光ユニット部Aに伝達することができればよく、その幅はできるだけ狭い方がよい。表面に金属電極膜（ボンディング用電極9と同じ金属膜）を設けるか否かによっても異なるが、 $5\sim20\mu\text{m}$ 程度の幅があれば、抵抗損を殆ど生じることなく、電流を流すことができる。また、この連結部Cも発光させる場合には、前述のx以下の幅に形成すればよい。

【0022】

半導体基板1は、 AlGaAs や InGaAlP からなる半導体積層部を成長

するにはGaAsが一般に用いられるが、GaPなどの光を透過する材料からなる基板でもよい。また、半導体基板1は、p形、n形のいずれでもよく、半導体基板1上に成長させる半導体積層部1.2との関係で決まる。

【0023】

発光層形成部11は、図1に示される例では、活性層3をそれよりバンドギャップの大きい材料からなるn形クラッド層2およびp形クラッド層4により挟持するダブルヘテロ構造に形成されており、たとえば、赤色光を得るためにはInGaAlP系材料、赤外光を得るためにはAlGaAs系材料、が主として用いられる。この発光層形成部11の成長は、目的とする素子の発光波長などにより必要な組成にしたり（Alの組成比を変えたり、ドーパントをドーピングしたりする）、必要な厚さに成長される。

【0024】

ここにInGaAlP系材料とは、 $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.51}\text{P}$ の形で表され、uの値が0と1との間で種々の値のときの材料を意味する。なお、Inと $(\text{Al}_u\text{Ga}_{1-u})$ の混晶比率の0.49および0.51はInGaAlP系材料が積層されるGaAsなどの半導体基板と格子整合される比率であることを意味し、AlGaAs系材料とは、 $\text{Al}_v\text{Ga}_{1-v}\text{As}$ の形で表され、vの値が0と1との間で種々の値のときの材料を意味する。

【0025】

具体例としては、たとえば、InGaAlP系化合物半導体からなる場合には、 $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{0.25}\text{Al}_{0.75})_{0.51}\text{P}$ からなり、Seがドーピングされてキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度、厚さが $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度のn形クラッド層2と、 $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{0.8}\text{Al}_{0.2})_{0.51}\text{P}$ からなり、ノンドープで $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度の厚さの活性層3と、Znがドーピングされてキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度、厚さが $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度で、n形クラッド層2と同じ組成のInGaAlP系化合物半導体からなるp形クラッド層4との積層構造により形成される。一方、AlGaAs系化合物半導体からなる場合には、 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなり、Seがドーピングされてキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度、厚さが $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度のn形クラッド層2と、Al₀

$_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ からなり、ノンドープで $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度の厚さの活性層 3 と、 Zn がドーピングされてキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 程度、厚さが $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度で、 n 形クラッド層 2 と同じ組成の AlGaAs 系化合物半導体からなる p 形クラッド層 4 との積層構造により形成される。

【0026】

この発光層形成部 11 の p 形クラッド層 4 上に、たとえば p 形 $\text{Al}_w\text{Ga}_{1-w}\text{As}$ ($0.5 \leq w \leq 0.8$) からなるウィンドウ層 5 が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度形成され、前述の発光層形成部 12 と共に半導体積層部 12 が形成されている。

【0027】

半導体積層部 12 上の電極パッド部 B および連結部 C の部分には、電流阻止層 7 が形成されている。電流阻止層 7 は、たとえば SiO_2 のような絶縁層、または p 形ウィンドウ層 5 上の n 形 AlGaAs 系化合物半導体層のように、近傍の半導体層と異なる導電形の半導体層で構成することができ、 $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 程度の厚さに形成されている。この電流阻止層 7 は、発光ユニット部 A 上には設けられないが、前述のように、連結部 C 上にも設けなくて、連結部 C でも発光させることもできる。

【0028】

電流拡散用電極 8 は、ボンディング用電極 9 を介して電流を発光ユニット部 A に流しながら、発光部ユニット A の活性層 3 で発光した光を遮ることなく、その表面側に取り出せるように光を透過させる層として設けられている。この電流拡散用電極 8 としては、たとえば Au-Ge や、 Au-Ni などの合金層が $2 \sim 100 \text{nm}$ 程度、さらに好ましくは、 10nm 程度以下の厚さに形成される。この電流拡散用電極 8 としては、ITO 膜を利用することもできる。この電流拡散用電極 8 は、電流阻止層 7 のある部分もない部分もほぼ全面に設けられる。ただし、発光ユニット部 A を分離する部分は、半導体積層部 12 と共に除去される。

【0029】

電流拡散用電極 8 の表面側で、電極パッド部 B には、 Au-Be/Ni/Ti/Au などからなるボンディング用電極 (p 側電極) 9、半導体基板 1 の裏面側に、 Au-Ge/Ni/Au などからなる他方の電極 (n 側電極) 10 がそれぞれ

れ設けられた状態でチップ化されている。

【0030】

なお、図1の例では示されていないが、n形クラッド層2と半導体基板1との間に、屈折率の異なる半導体層を $\lambda / (4n)$ (λ は発光波長、 n は半導体層の屈折率)の厚さで交互に5~40層づつ程度積層する反射層(DBR)が挿入されていたり、バッファ層が挿入されていてもよい。また、n形クラッド層2の半導体基板1側にもウィンドウ層5と同様の組成でn形ウィンドウ層を形成することもできる。反射層(DBR)は、活性層や基板よりもバンドギャップが大きい層、たとえばAlGaAsのAlの組成を変更した積層構造により得られる。バッファ層は、半導体基板1と同じ材料であったり、半導体基板1と半導体基板1上の半導体層との格子不整合を緩和することができる層、たとえば、半導体積層部12がInGaAlP系化合物で半導体基板1がGaAsの場合には、GaAsやInGaPやInGaAlP系化合物、半導体積層部12がAlGaAs系材料で半導体基板1がGaAsの場合には、GaAsやAlGaAs系化合物などが考えられる。

【0031】

このようなLEDチップを製造するには、たとえばn形のGaAs基板1をMOCVD(有機金属化学気相成長)装置内に入れ、反応ガスのトリエチルガリウム(以下、TEGという)、トリメチルアルミニウム(以下、TMAという)、トリメチルインジウム(以下、TMInという)、ホスフィン(以下、 PH_3 という)およびn形ドーパントガスとしての H_2Se の内の必要なガスをキャリアガスの水素(H_2)と共に導入して成長する。

【0032】

まず、図3(a)に示されるように、半導体基板1表面に500~700℃程度でエピタキシャル成長し、キャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度の $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{0.25}\text{Al}_{0.75})_{0.51}\text{P}$ からなるn形クラッド層2を0.5 μm 程度エピタキシャル成長する。ついで、反応ガスのTMAを減らしてTEGを増やし、たとえばノンドープの $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{0.8}\text{Al}_{0.2})_{0.51}\text{P}$ からなる活性層3を0.5 μm 程度、さらにn形クラッド層12と同様の反応ガスで、ドーパ

トガスをジメチル亜鉛 (DMZn) にして、p形でキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度のたとえば $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{0.25}\text{Al}_{0.75})_{0.51}\text{P}$ からなるp形クラッド層4を $1 \mu\text{m}$ 程度、p形でキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度のたとえば $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなるp形ウィンドウ層5を成長することにより半導体積層部12を形成する。

【0033】

つぎに、図3 (b) に示されるように、たとえばCVD法により、その表面に SiO_2 層7aを $0.02 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 程度の厚さに成膜する。そして、図示しないレジスト膜をその表面に設け、ホトリソグラフィ技術により電極パッド部Bおよび連結部Cのみにレジスト膜が残るようにパターニングをし、残存するレジスト膜をマスクとして、フッ化水素酸により SiO_2 層7aをエッチングすることにより、図3 (c) に示されるように、電極パッド部Bおよび連結部Cの表面のみに電流阻止層7を形成する。

【0034】

つぎに、図3 (d) に示されるように、たとえばNiおよびAuを全面に蒸着してシンターすることにより、Au-Ni合金からなる電流拡散用電極8を 10 nm 程度の厚さに形成する。そして、その表面の電極パッド部Bにボンディング用電極9が形成されるようにレジスト膜を設けてリフトオフ法により、Au-Be/Ni/Ti/Auなどからなるボンディング用電極 (p側電極) 9を $0.2 \mu\text{m}$ 程度の厚さに形成し、半導体基板1の裏面側全面に、Au-Ge/Ni/Auなどからなる他方の電極 (n側電極) 10を形成する。

【0035】

そして、発光ユニット部A、電極パッド部Bおよび連結部Cの表面のみを被覆するように、ホトリソグラフィ技術によりマスクを形成し、露出する電流拡散用電極8をヨウ素+ヨウ化カリウムのエッチング液により、さらに半導体積層部12を、塩酸と水を1:1から2:1の割合で混合した液 (HClが47wt%) により室温で約3分 (レート $6 \mu\text{m}/\text{min}$) エッチングすることにより半導体基板1に到達するまで行う。そして、チップの大きさが、たとえば $330 \mu\text{m} \times 330 \mu\text{m}$ 程度の大きさになるようにダイシングすることにより、図1に示され

のような発光素子チップを形成することができる。

【0036】

本発明によれば、電極パッド部と発光ユニット部とを分離し、電極パッド部の発光層形成部には電流を流さなくして非発光部とし、電極により光が遮断される部分で発光する無駄をなくしていること、発光ユニット部をチップ全体に連続して設けなくて、複数の発光ユニット部に分離しているため、発光層形成部で発光した光を有効にその側壁から半導体層外に取り出しやすいこと、という特徴を有している。その結果、同じ入力に対して外に取り出して利用することができる光の割合（総合的な発光効率）が非常に向上し、同じ入力に対する輝度が従来構造のLEDの輝度に対して120%の向上が得られた。

【0037】

前述の例では、発光層形成部が、ノンドープの活性層をそれよりバンドギャップの大きいn形とp形のクラッド層により挟持するダブルヘテロ構造の例であったが、p形層とn形層とを直接接合するpn接合構造にしてもよい。また、導電形は半導体基板側がp形で、前述の各半導体層の導電形が逆になってもよい。

【0038】

【発明の効果】

本発明によれば、電流注入を非常に効率的に行っているため、発光した光を無駄なく有効に取り出すことができ、同じ入力電力に対して、非常に大きな光出力が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態であるLEDチップの斜視および断面の説明図である。

【図2】

図1に示される発光ユニット部の大きさおよび間隔の適切例を説明する図である。

【図3】

図1に示されるLEDチップの製造工程を示す説明図である。

【図4】

従来のLEDチップの構造例を示す断面説明図である。

【図5】

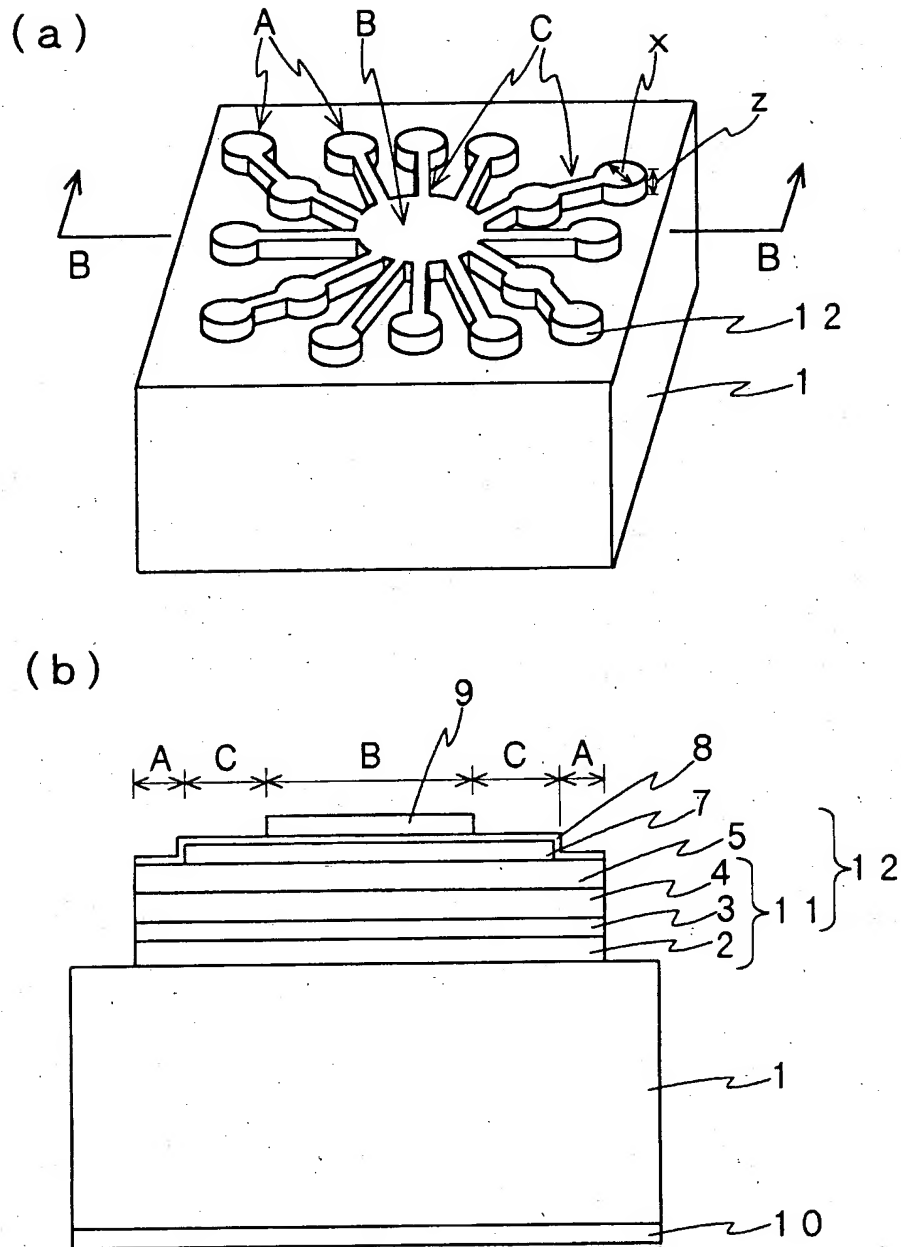
従来のLEDチップの構造例を示す断面説明図である。

【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 n形クラッド層
- 3 活性層
- 4 p形クラッド層
- 7 電流阻止層
- 8 電流拡散用電極
- 9 ボンディング用電極
- 10 n側電極
- 11 発光層形成部
- 12 半導体積層部
- A 発光ユニット部
- B 電極パッド部
- C 連結部

【書類名】 図面

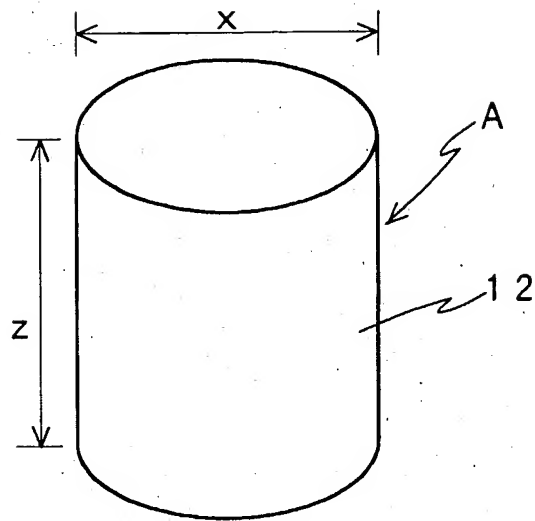
【図1】



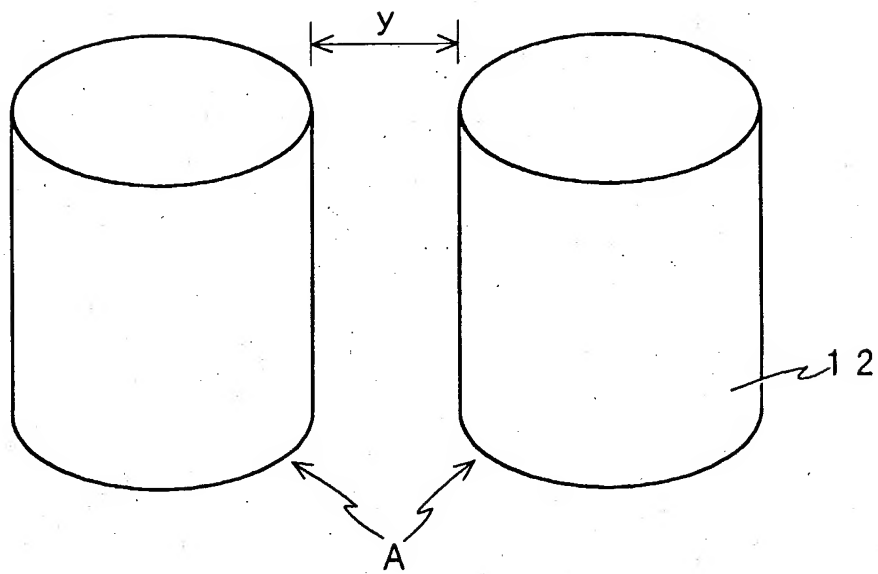
- | | |
|-------------|-----------|
| 1 半導体基板 | 10 n側電極 |
| 2 n形クラッド層 | 11 発光層形成部 |
| 3 活性層 | 12 半導体積層部 |
| 4 p形クラッド層 | A 発光ユニット部 |
| 7 電流阻止層 | B 電極パッド部 |
| 8 電流拡散用電極 | C 連結部 |
| 9 ボンディング用電極 | |

【図2】

(a)

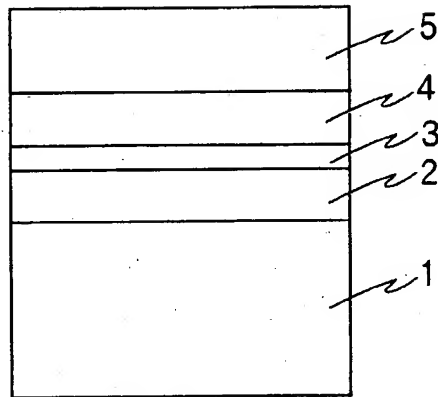


(b)

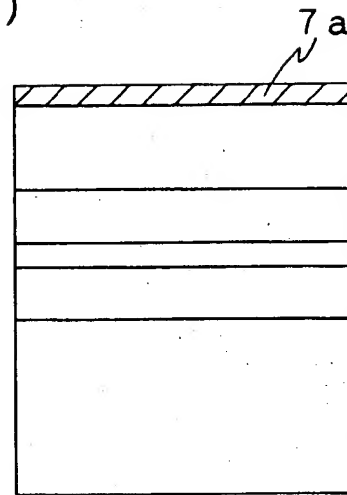


【図3】

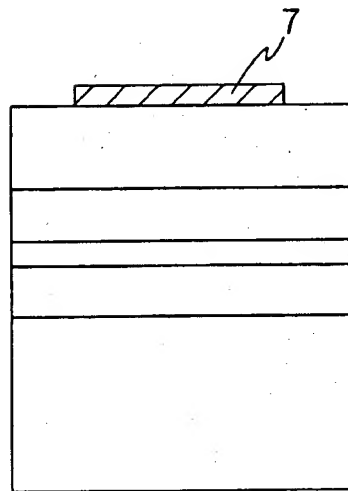
(a)



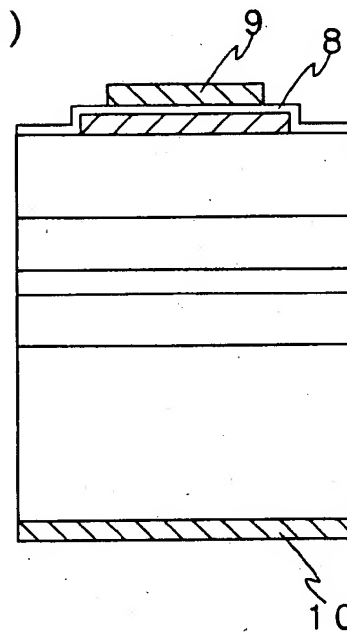
(b)



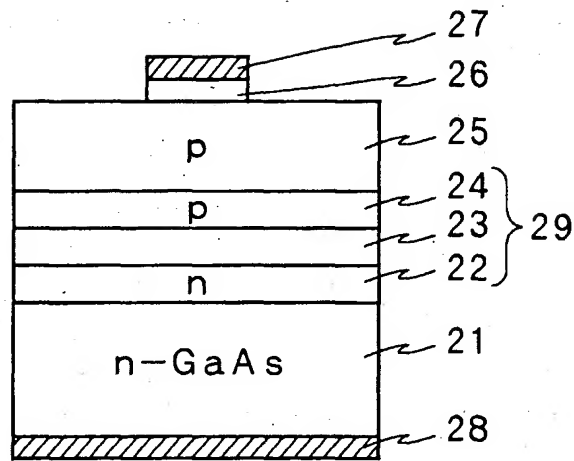
(c)



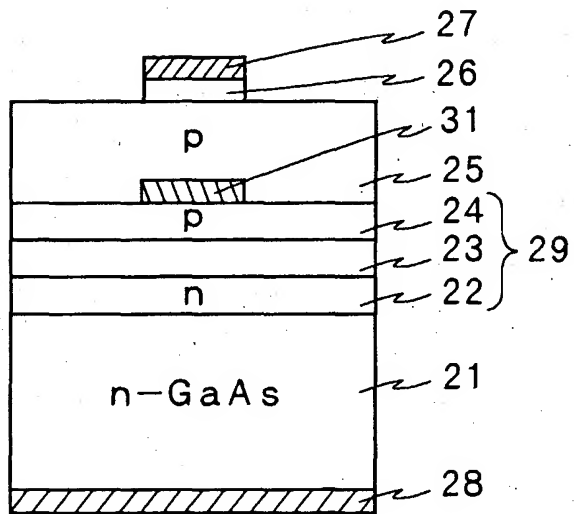
(d)



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光層形成部で発光する光を有効に外に取り出し、入力に対する輝度を改善することができる構造の半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 半導体基板 1 上に、少なくとも n 形層 2 と p 形層 4 とを有する発光層形成部 11 を含む半導体積層部 12 が設けられ、その表面に電流阻止層 7 が部分的に、さらに電流拡散用電極 8 が全面に設けられ、その上にボンディング用電極 9 が設けられている。半導体積層部 12 および電流拡散用電極 8 は、複数の発光ユニット部 A と電極パッド部 B と、電極パッド部 B と発光ユニット部 A の間、または発光ユニット部 A の 2 個の間を連結する連結部 C とに分割され、各発光ユニット部 A の間隙部は、連結部 C を除いて半導体積層部 12 がエッチングにより除去されている。ボンディング用電極 9 は電極パッド部 B に設けられ、その下の発光層形成部 11 では非発光になるように形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000116024]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏 名 □ー△株式会社